



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 195 18 390 A 1**

(51) Int. Cl. 6:  
**G 05 D 13/62**

G 01 D 5/242  
G 01 L 3/24  
A 22 C 11/02  
B 02 C 18/16  
B 02 C 18/30  
B 02 C 25/00  
H 02 P 5/00  
H 02 P 3/04  
G 05 B 15/00

(21) Aktenzeichen: 195 18 390.8  
(22) Anmeldetag: 19. 5. 95  
(43) Offenlegungstag: 21. 11. 96

**DE 195 18 390 A 1**

(71) Anmelder:  
Inofex GmbH, 06108 Halle, DE

(74) Vertreter:  
Leinung, G., Dipl.-Jur., Pat.-Anw., 39108 Magdeburg

(72) Erfinder:  
Haack, Eberhard, Dr., 06108 Halle, DE

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 42 29 179 A1  
DE 30 05 561 A1  
GB 21 17 137 A  
US 37 61 790

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- (54) Verfahren und Einrichtung zur Steuerung und Regelung von Antriebssystemen, vorzugsweise für Fleischereimaschinen, in denen heterogene mehrstufige Stoffumwandlungsprozesse ablaufen
- (57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung und Regelung von Antriebssystemen, vorzugsweise für Fleischereimaschinen. Die vorgeschlagene Lösung geht davon aus, daß die Stoffwerte in allen Prozeßablaufsstufen in einem Soll-Ist-Wertsystem gegenübergestellt werden, die technischen Parameter durch einen Rechner, der mit Sensoren verbunden ist, ermittelt werden und dem Antriebssystem, welches in funktioneller Abhängigkeit auf die einzelnen Systemeinheiten einwirkt, zur Soll-Ist-Wertstellung in kürzesten Zeitfakten übergeben werden und die ständige Regelfunktion vollzogen wird.

**DE 195 18 390 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung und Regelung von Antriebssystemen, vorzugsweise für Fleischereimaschinen, welches in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen und unter Beachtung der abgelaufenen heterogen mehrstufigen Stoffumwandlungsprozesse auf die Antriebssysteme gleichzeitig einwirken.

Aus dem Stand der Technik sind bereits Antriebseinheiten bekannt, die unmittelbar aus den vorherrschenden bzw. gewünschten Betriebsbedingungen auf diese Antriebseinheiten über entsprechende Regelmöglichkeiten oder infolge ihrer Ausführungen einwirken und diese ansteuern.

Bekannte Antriebseinheiten sind Motoren mit Wirbelstromeinheiten, die beispielsweise in Hebezeugen Anwendung finden, die ein progressives Anlauf- und abbremsverhalten besitzen und somit Lastschwankungen verhindern. Dabei können Beschleunigungs- und Bremszeiten beliebig gewählt werden, wobei durch die Wirbelstromeinheiten die Möglichkeit eines Schleichganges zur Positionierung des jeweiligen Hebezeuges gegeben ist.

Bei Fleischereimaschinen, beispielsweise bei Fleischwölfen, werden die Antriebe von Zubringerschnecke und Arbeitsschnecke in ihrer Drehzahlen etwa im Verhältnis von 1 : 10 bis 1 : 30 gewählt, um das zu verarbeitende Gut, welches in unterschiedlicher Stückigkeit, Festigkeit und verschiedenen Zustandsformen vorliegt, möglichst schonend zu verarbeiten.

So wurde angenommen, daß das Herausdrücken bzw. der Rückfluß von ganzstückigem Rohstoff aus dem Übergabebereich zwischen den beiden Schnecken ein gültiges Zeichen dafür ist, daß ein guter Füllungsgrad der Arbeitsschnecke gesichert ist.

Es hat sich jedoch in der Praxis herausgestellt, daß ein hohes Maß der Leistung der Arbeitsschnecke durch ein nicht zeitgerechtes Befüllen der leeren Arbeitsschnecke verloren geht.

So stellt die DE-OS 42 29 179 eine Lösung vor, die sicherstellen soll, daß die Übergabebedingungen zwischen den beiden Schnecken in dynamischer Weise den jeweiligen Erfordernissen selbsttätig angepaßt und stets ein Füllungsgrad der Arbeitsschnecke zwischen 90 und 100% erreicht wird, so daß einerseits der Wirkungsgrad des Fleischwolfs stark erhöht und andererseits die durch die Verarbeitung erzielte Qualität des Rohstoffes bedeutend verbessert wird.

Durch die dynamische Anpassung der Zuführschneckenbelastung an die jeweiligen Erfordernisse soll sich ein gleichmäßiger Staudruck im Übergabebereich zwischen den beiden Schnecken erreichen lassen, indem die Drehzahländerung der Zuführschnecke jeweils dem gemessenen Belastungsparameter nachgeführt werden soll.

Mit der vorgeschlagenen Lösung soll zwar versucht werden, aus betriebstypischen Bedingungen heraus auf den Antrieb einzuwirken, jedoch haben praktische Anwendungen nicht das erhoffte Ergebnis gebracht.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems, vorzugsweise für Fleischereimaschinen und eine Einrichtung zur Realisierung des Verfahrens zu entwickeln, welches aus den stofflichen Betriebswerten und Stoffumwandlungsprozessen Informationen aufnimmt, diese in technische Parameter umsetzt und eine dynamische Anpassung innerhalb des Kraftbereiches des Antriebs-

systems sichert, um die Bereiche und Stellgrößen der Kraftaufbringung auf die Betriebsbedingungen anzupassen und mittels einer entsprechen den Einrichtung auf diesen Prozeß regel- und steuerbar einzuwirken.

5 Erfnungsgemäß wir die Aufgabe durch die verfahrensbestimmenden Merkmale des Anspruches 1 und bei der erfiederischen Einrichtung durch die Merkmale des Anspruches gelöst.

Die vorgeschlagene Lösung geht davon aus, daß die

10 Stoffwerte in allen Prozeßablaufstufen in einem Soll-Ist-Wertsystem gegenübergestellt werden, die technischen Parameter durch einen Rechner, der mit Sensoren verbunden ist, ermittelt werden und dem Antriebssystem, welches in funktioneller Abhängigkeit auf die einzelnen Systemeinheiten einwirkt, zur Soll-Ist-Wertstellung in kürzesten Zeitfakten (0,01 sec-Bereich) übergeben werden und die ständige Regelfunktion vollzieht.

15 Die technischen Parameter berücksichtigen Stoffwerte, Stoffzustandsformen, Zusätze, Werkzeugbestückung, Laufzeit der Werkzeuge, Formen des Betriebszustandes (Anlauf, Dauerbetrieb, unterbrochener Betrieb, Abfahrbetrieb). Weiterhin ist eine Crashdatei hinterlegt, mit der Not-Aus-Situationen gewertet und entschieden werden.

20 25 Ein Technologiedatenspeicher und ein vorgesehender Maschinendatenspeicher, in dem die zulässigen Maschinparameter programmiert sind, ermöglichen eine Kontrolle der Qualitätsmerkmale des zu verarbeitenden Gutes und das Verarbeitungsziel.

30 30 Die Funktionsprüfungen ermitteln den Zustand der Wirkelemente der Maschine, die bei der stofflichen Umwandlung die Teilprozesse erfüllen.

35 35 Die Stoffwertspeicherung ermittelt die mögliche übertragbare Kraft der beispielsweise bei der Anwendung der erfiederischen Lösung in einer Fleischereimaschine, einem Fleischwolf oder Kutter, die Stoffwerte aus dem Zerkleinerungsprozeß des Rohstoffes ableitet und stellt diese in Abhängigkeit der sich beeinflussenden Faktoren in technischen Grundparametern zusammen und korrigiert diese selbstständig.

40 45 Das Antriebssystem ist so ausgelegt, daß solche Antriebselemente vorgesehen sind, die für die Kraftbereitstellung aus der Arbeitsaufgabe die Vorwahl des zu erwartenden Kraftbedarfs automatisch ermitteln und beim Betreiben diesen Maschinenwirkungsgrad bedingt ständig korrigiert.

50 55 So beeinflussen bei einem Wolf der vorherrschende Druck, der Kraftverbrauch, des Stoffes, die Durchsatzmenge und die Stoffwerte die Stellgrößen. Das bedeutet beispielsweise, daß sinkender Druck, geringerer Energieeintrag in den Rohstoff, ein Zeichen für einen schlechten Wirkungsgrad ist bzw. auf die stoffliche Zerstörung hinweist, die den Wirkungsgrad der Maschine senken.

60 65 Das heißt, daß die Förderwirkung gestört ist. Diese Störung tritt ein, wenn nicht gewollte Stoffumwandlungsvorgänge wie Selbstzerstörung, Eiweißaustritt mit hoher Bindigkeit und Quetschungen, mit falschen Parametern erzeugt werden.

Da der Wolfprozeß in einem Grenzbereich zwischen den Gesetzen der Hydrodynamik (schnellaufende Maschinen) und den Gesetzen der Festigkeitsmechanik (langsamlauende Maschinen) abläuft, geht es darum, alle Formen der hydrodynamischen Stoffumwandlung im Förderbereich zu vermeiden bzw. zu unterdrücken und die Stoffbearbeitung nach festigkeitsmechanischen Merkmalen zu garantieren. Der Erkenntnis, daß der hydrodynamische Stoffumwandlungsprozeß den Wir-

kungsgrad der Maschinen in einem sehr hohem Grade zerstört, wird mit den vorgeschlagenen Verfahren dahingehend entgegengewirkt, daß die vorherrschenden Bedingungen erfaßt und ausgewertet werden und eine Gegensteuerung gegen die Vernichtung des Wirkungsgrades der Maschine vorgenommen wird.

Daraus folgt notwendigerweise schnellste Drehzahlsenkung mit dem Ziel die Stoffzerstörung zu reduzieren sowie, des Aufbaues eines höheren Kraftverbrauches und der Wirkungsgradverbesserung. Dabei stehen dem aktuellen Energieverbrauch Höchstwerte gegenüber.

Dieser muß mindestens 90% erreichen, um dabei einem bekannten Programmierten Grenzwert der Durchflußmenge, bezogen auf Rohstoff, Zustandsformen, Verarbeitungsaufgabe, Qualität, Werkzeugbestückung und technologische Zielstellung zu entsprechen. Dieser Wert von 90% stellt keinen konstanten Wert dar, sondern bei der heterogenen Stoffumwandlung, infolge ständiger Parameteränderungen, schwankt dieser Wert, so daß maschinenseitig gleichfalls schwankend angefahren werden muß.

Das heißt letztlich, daß das Drehvolumen des letzten Schneckganges, gefüllt mit verschiedenen Stoffkomponenten, muß durch den Zerkleinerungsapparat, beispielsweise einem Wolf, zu 90% abfließen. Der Restwert ist zerkleinertes und koagulierendes Material, welches den hydrodynamischen Prozeß in Gang setzt und gegen den Maschinenwirkungsgrad wirkt, dem durch das erfundungsgemäße Verfahren gegengesteuert wird.

Mit nachfolgendem Ausführungsbeispiel soll die Erfindung näher erläutert werden, wobei die dazugehörige Zeichnung in

Fig. 1 die Schaltungsanordnung des Antriebssystems,  
Fig. 2 die Antriebseinheit in einer Schnittdarstellung,  
Fig. 3 Programmablauf bei der Herstellung von Tee-

wurst,  
Fig. 4 Programmablauf bei der Herstellung von Bockwurst zeigt.

Das erforderliche Verfahren läuft so ab, daß der Motor des Antriebssystems die Energiehaltungsrehzahl, bildet bei der die einzelnen Teilprozesse in Gang gesetzt werden, sichert, während die Kupplung des Antriebssystems, d. h. die Kupplungsdrehzahl, die Prozeßdrehzahl darstellt, die Einfluß auf die Prozeßvorgänge, beispielsweise den Kutterprozeß, oder Wolfprozeß nimmt, indem sie sensorisch (messend) stoffliche Veränderungen erkennt und auf diese qualitätssichernd einwirkt.

Dabei bestimmen die Steuerparameter, der Strom und die aufzubringende Kraft des Motors in Form der Motordrehzahl den antreibenden Teilprozeß während die Kennwerte für den Prozeßverlauf vom abtreibenden Teil, der Kupplung, speziell deren Drehzahl, geregelt werden. Durch die Auswertung bei der Energieeingangsmessungen (Stromkurve Motor — Schlupfkurve Kupplung) wird der Prozeßzustand erfaßt, Energieimpulssteuerung und deren Zählung, den Prozeßfortschritt kontrolliert und vergleichende Aussagen möglich macht.

Einem vorgesehenen Rechner werden die Kenndaten des Motors und der Kupplung zugeführt, welcher diese Daten auswertet und gezielt beeinflußt, wobei über die Kontrolle des Schlupfes der Impuls zur Wertgröße des Energieeintrages für den Prozeßablauf abgeleitet wird. Die Summe der Energieimpulse, deren Paketierung und die Impulsstruktur über die Zeitachse, sichern Aussagen zu einzelnen Prozeßzuständen oder Prozeßschritten.

Die Schlupsensorik, die sowohl die physikalischen Größen für die Ablaufstrategien aus der Temperatur, Maßermittlung, Energieerfassung, Krafterfassung, Schub und Druck erfaßt, zusammengeführt und umsetzt, als auch Verschleißänderungen in den einzelnen Baugruppen des Antriebssystems und an den Werkzeugen erfaßt, diese partiell abbildet und zur Prozeßführung aufbereitet, ist eine wesentliche Prozeßgröße zur Steuerung und Regelung des Antriebssystems.

10 Die Verschleißänderungen werden mit Statistikprogrammen erfaßt und auf die Prozeßdaten rückwirkend projiziert.

Die Schlupfzensorik stellt nicht nur die Drehzahlendifferenz zwischen dem Motor und der Kupplung dar, sondern läßt auch erkennen, daß der Motorzustand zum Kraftabnahmestand Werkzeug/Stoff permanent abweicht und so die stoffliche Veränderung im Zusammenhang zur Impulsstruktur stellt. Dabei ist es durch aus möglich, stoffbezogene Parameter, zum Beispiel Drehzahl, mit einer Schlupfabweichung zu fahren.

25 Dieser Vorgang wird durch den mehrstufigen Prozeß ausgelöst. Das heißt der Zerkleinerungsvorgang geht in eine ständig höher werdende Gleichmäßigkeit über, während biologisch-emulgatorische Prozeßvorgänge (als Bindigkeit bekannt) durch Würzstoffzugabe, Eis und Wasser neue Kraftkomponenten mit nicht linearen Verlauf auf den Zerkleinerungs- und Prozeßablauf zusätzlich aufgebracht werden. Dadurch wird der Prozeßcharakter insgesamt mehrstufig und nicht linear.

30 Dies soll mit Hilfe der Fig. 3 und 4 näher erläutert werden, wobei die Fig. 3 sich auf den Prozeßablauf beim Kuttern der Rohstoffe zur Herstellung des Produktes Teewurst bezieht, während die Fig. 4 diesen Prozeß für das Produkt Bockwurst darstellt.

35 Das besondere bei der Herstellung von Teewurst ist, daß mit der Motordrehzahl von 1.500 U/min (Messerdrehzahl 2.500 U/min) begonnen wird. Die groben Schwankungen der Messerdrehzahl und des Belastungsstromes entstehen, wenn die Rohstoffmasse mit 40 Körnungsgrößen zwischen 50 und 100 mm in die Schüssel gegeben werden und die Erst- bzw. Grobzerkleinerung beginnt. Die Rohstoffmasse, welche zu Beginn des Kuttervorganges sehr ungleichmäßig in der Schüssel verteilt ist, breitet sich gleichmäßig aus, so daß es keine extrem Werte mehr gibt und sich ein relativ konstanter Wert einstellt. Nach 30 bis 40 Sekunden, wenn der Rohstoff eine entsprechende Zerkleinerungsstruktur mit einer Körnung von 5 bis 6 mm erreicht hat, wird die Motordrehzahl von Bediener des Kutters auf 3.000 U/min (Messerdrehzahl 5.000 U/min) umgeschaltet oder wird automatisch veranlaßt.

45 Mit der hohen Drehzahl wird der Feinzerkleinerungsgrad mit einer Körnung von 0,1 bis 0,3 mm erreicht, welcher für die Herstellung der Teewurst notwendig ist. Da es nicht meßbar, sondern subjektiv ist, wenn der Kuttervorgang beendet ist, wird von einer Bearbeitungszeit für Teewurst zwischen 70 und 100 Sekunden bei einer bestimmten Maschine und Baugröße ausgegangen.

50 60 Der Verfahrensablauf für den Prozeß der Feinstzerkleinerung läuft dann wie folgt ab:  
Nach einen Zeitzyklus von 33 Sekunden wird der Motor infolge des Abschlusses der Phase "Grobzerkleinerung" auf die höhere Drehzahl umgeschaltet. Dieser Umschaltprozeß dauert laut Fig. 3 2 Sekunden bis zur Beschleunigung des Antriebes auf die höhere Drehzahl. In dieser Zeit verlangsamt sich dadurch auch die Messerdrehzahl. Nach 35 Sekunden hat die Induktionskupp-

lung durch die Impulse von 100% in mehreren Energiezuführblöcken die Messerwelle auf die volle Drehzahl beschleunigt. Durch das Erreichen der Höchstdrehzahl steigt der Bearbeitungswiderstand des zubearbeitenden Rohstoffes an und Schlupf entsteht.

Die Messerwelle dreht langsamer und der Belastungsstrom im Motor und Kupplung, nach den Bedingungen der Prozeßberhaltungsdrehzahl und der Stoffreaktionen ganz verschieden steigt an.

Der Zeitpunkt, bei welchem sich ein relatives Gleichgewicht eingestellt hat, liegt bei ca. 47 Sekunden. Danach bleiben Messerdrehzahl und Belastungsstrom annähernd konstant. Der dazugehörigen Energieimpulsblöcke werden sehr gleichmäßig und deuten auf das Prozeßende hin. Die Zeit, Temperatur und die Summe der eingebrachten Energieimpulse sowie die Blockhäufigkeit von Energieimpulsen beschreiben den Prozeßablauf und können so Anfang und Ende der Vorgänge automatisieren.

Der Kuttervorgang ist nach 71 Sekunden beendet, die Motordrehzahl wird wieder auf 1.500 U/min zurückgeschaltet und der so bearbeitete Rohstoff wird aus dem Kutter entnommen.

Bei der Herstellung von Bockwurst wird dieser Vorgang aus fleischerei-technologischen Gründen sofort mit einer Motordrehzahl 3.000 U/min (Messerdrehzahl 5.000 U/min) gearbeitet, so daß der Umschaltvorgang infolge Grobzerkleinerung wegfällt. Dies wird in Fig. 4 gezeigt.

Die sehr groben Schwankungen des Belastungsstromes und der Messerdrehzahl am Anfang des Kuttervorganges entstehen, wie bei der Herstellung der Teewurst, durch die Erst- bzw. Grobzerkleinerung des Rohmaterials. Bei der Kutterung des Bockwurstrohstoffes stellt sich nach etwa 80 bis 100 Sekunden ein relativ konstanter Wert für den Belastungsstrom und die Messerdrehzahl ein. Nach etwa 180 bis 250 Sekunden ist der Kuttervorgang für Bockwurst beendet.

Die genannten physikalischen Größen werden unmittelbar aus den tatsächlich vorherrschenden Bedingungen während des Arbeitsprozesses abgenommen und stellen dabei, bezogen auf den Kutterprozeß, die tatsächlich vorherrschende Temperaturen des Verarbeitungsgutes beim Kutter, den momentanen Energieverbrauch und die erforderliche Kraft dar, gleichfalls den vorherrschenden Schub des Gutes, sowie seinen Druck auf die Werkzeuge und deren geometrischen Maßangaben. Die nicht eingebrachte Energiemenge, die durch den Schlupf korrigiert wird, stellt die stoffinterne Energiegegenreaktion der Stoffumwandlung durch bio-chemische bzw. emulgatorische Reaktionen dar.

Andererseits werden Verschleißänderungen in den Baugruppen des Antriebssystems und an den Werkzeugen, erfaßt, zueinander abgeglichen und nach diesem Abgleich werden die entsprechenden notwendigen Impulse für die Prozeßführung auf die Regeleinrichtungen der Prozeßoptimierung gegeben.

Dieser Prozeß wird über eine entsprechende Schaltungsanordnung realisiert, die in der Fig. 1 dargestellt ist.

Das Kernstück des Antriebssystems stellt das Prozeßführungssystem 15, ein Rechner, dar, welches unmittelbar mit einer Meßeinrichtung 13 und dem Antriebsmotor 1, sowie einer mechanischen Einrichtung 14 verbunden und gleichfalls über einen Regler 11, einen Pulsweitenmodulator 7, als Einheitenimpulszähler und Impulsstrukturauswerter, einer Strommessung 8, sowie über einen Umschalter 10 mit der Wirbelstromkupplung 4

und der Wirbelstrombremse 9 schaltungsmäßig verknüpft ist.

Weiterhin steht das Prozeßführungssystem 15 mit der Einrichtung 12 in Kontakt, welche wiederum mit der abtriebsseitigen Drehzahlmessung 6 der Wirbelstromkupplung 4, der Strommessung 8, der abtriebsseitigen Drehzahlmessung 3 des Antriebsmotors 1 über einen Leistungsmesser 2 mit dem Antriebsmotor 1 geschaltet ist.

Der Lüfter 16 ist über einen Schalter 17 mit der Meßeinrichtung 13 verbunden, welche wiederum leitungsmäßig über Thermoelemente 18; 19 mit der Wirbelstrombremse 9 und Wirbelstromkupplung 4, sowie mit dem Antriebsmotor 1, der mechanischen Einrichtung 14 und der Einrichtung 12 verbunden ist.

Der Antriebsmotor 1 ist mit verschiedenen Drehzahlstufen ausgerüstet und mit dem Leistungsmesser 2 verbunden, der für die Energie/Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 1 verantwortlich ist, was durch die Strom- und Spannungsmessung des Antriebsmotors 1 erfolgt.

Die antriebsseitige Drehzahlmessung des Antriebsmotors 1 geschieht über die Einrichtung 3 durch eine hochauflösende inkrementale Drehzahlenerfassung.

Die Wirbelstromkupplung 4 dient der Wandlung der Antriebsmotordrehzahl sowie des antriebsseitigen Drehmomentes, die über den Erregerstrom des Spulenkörpers 24 geregelt wird.

Der vorgesehene Lüfter 16, angesteuerbar über die Thermoelemente 18; 19 und den Schalter 17, dient der Belüftung von Wirbelstromkupplung 4 und der Wirbelstrombremse 9.

Der notwendige Erregerstrom für die Spulenkörper 24 von Wirbelstromkupplung 4 und Wirbelstrombremse 9 wird, nach Vorgabe der Stelleinrichtung des Reglers 11 für den Spulenstrom mit Hilfe eines speziellen Pulsweitenmodulationsverfahrens und der entsprechend ausgeführten leistungselektronischen Bauteile, über den Pulsweitenmodulator 7 erzeugt.

Die Größe des Erregerstromes der Spulenkörper 24 wird über die Strommessung 8 realisiert, während die Wirbelstrombremse 9 die vorgegebenen Stillstandzeiten des Antriebssystems gewährleistet und die Umschaltung des Erregerstromes vom Spulkörper 24 der Wirbelstromkupplung 4 auf den Spulkörper 24 der Wirbelstrombremse 9 über den Umschalter 10 erfolgt.

Der Regler 11, dem die Informationen gemäß der vom Prozeßführungssystems 15 vorgegebenen Prozeßgrößen aus

- dem Ausgangsdrehmoment und der Ausgangsdrehzahl der Wirbelstromkupplung 4
- den Bremszeiten der Wirbelstrombremse 9
- der zulässigen Schlupfdrehzahl und Stromzufuhr sowie aus
- der Prozeßdrehzahl

zugeführt werden, regelt die Wirbelstromkupplung 4 und die Wirbelstrombremse 9, wobei der Regler so ausgeführt ist, daß dieser besonders dem nichtlinearem Streckenverhalten der Wirbelstromkupplung 4 Rechnung trägt, wobei die verwendete Mikroelektronik so konzipiert ist, daß sie die Echtzeitverarbeitung sichert.

Die Zustandsbestimmung des Antriebssystems und deren Größen wird über die Einrichtung 12 erfaßt, welche, aus dem gemessenen Schlupf und dem gemessenen Erregerstrom die Zustandsgröße für die Regelung des Antriebssystems gibt.

Die Meßeinrichtung 13 erfaßt den Systemzustand des

Antriebssystems, sowie sicherheitsrelevante Tatbestände, die zur Einrichtung 12 und zum Prozeßführungssystem 15 übertragen werden.

Zwischen dem Antriebsmotor 1 und der Wirbelstromkupplung 4 ist eine mechanische Einrichtung 14, zur Abstufung der Arbeitsbereiche des Antriebssystems geschaltet, welche ihre Ansteuerung über ein elektromechanisches Stellglied 20 erhält.

Das Prozeßführungssystem 15, welches auf der Basis der anliegenden Zustandsgrößen aus der Einrichtung 12 in variablen Zeitintervallen die Führungsgrößen und den Arbeitspunkt für den Regler 11 der Wirbelstromkupplung 4 bestimmt und die Energieeintagsmenge für den jeweiligen Gesamtprozeß erfaßt, besteht aus

- a) einem Expertensystems, welches selbstlernend sein kann, und, aufgrund der momentan anliegenden Zustandsgrößen, bzw. des Schlupfs und des Erregerstromes, einen Arbeitsbereich im Kennlinienfeld angibt. Entsprechend der momentan anliegenden Zustandsgröße gibt das Expertensystem einen Ausgangsdrehzahlenbereich und einen Ausgangsdrehmomentbereich vor. Daraus ergibt sich ein Bereich im Kennfeld, in dem der Arbeitspunkt liegen darf. Das Expertensystem kann entweder von außen vorgegeben werden, oder/und selbstlernend ausgeführt werden.

Das Expertensystem kann als Fuzzy-Expertensystem ausgelegt werden, so daß eine Gewichtung der vorgegebenen Intervalle implantiert werden kann. Dies hat eine Gewichtung des resultierenden Kennfeldbereiches zur Folge. Der Selbstlerneffekt kann mithilfe eines neuronalen Netzes erzielt werden.

- b) eine Einrichtung zur Wahl eines Arbeitspunktes aus dem vorgegebenen Arbeitsbereiches unter der Vorgabe der Schlupfoptimierung.

Diese Einrichtung kann wiederum durch ein Fuzzy-Expertensystem ggf. in Verbindung mit einem neuronalen Netz ausgeführt werden.

Möglich sind aber auch klassische Optimierungsverfahren, z. B. das Simplex-Verfahren.

Diese Einrichtung ist so ausgestaltet, daß sie den notwendigen Echtzeit-Aspekte und der Beschränkung des Hardware-Umfangs genügt, z. B. Implementation auf Einchiprechnern.

- c) einer Einrichtung, welche die Führungsgröße für die Bremsvorgänge vorgibt.
- d) einem Expertensystem, welches das Antriebssystem prüft und Fehlfunktionen des Antriebssystems feststellt.
- e) einen Expertensystem, welches in Abhängigkeit der momentanen Zustandsgröße via des elektromechanischen Einrichtung wählt.

Des Weiteren wählt dieses Expertensystem die entsprechende Drehzahlstufen des Antriebsmotors.

Das Antriebssystem ist so ausgeführt, daß alle Bauteile eine Einrichtung bilden, welche gegenüber äußeren Umwelteinflüssen geschützt ist. Das Antriebssystem ist mit einer Antriebswelle für die Verbindung mit dem anzutreibenden Wirkssystem ausgerüstet.

Alle elektronischen Bauteile sind auf einer speziell entwickelten Platine untergebracht, die, unter anderem mit einem oder mehreren nicht auslesbaren Einchip-

rechnern ausgestattet ist.

Es ist möglich, mit Hilfe mehrerer Einchiprechnern durch Parallelisierung einem Parallelrechner für die Bewältigung der Aufgaben der Regelung, der Bestimmung der Zustandsgröße und der Prozeßführung zu übernehmen.

Der Rechner ist mit entsprechend schnellen Schnittstellen 21 zur Anbindung an ein Bussystem und einem übergeordnetem Leitsystem, bzw. an eine übergeordnete Maschinen-/Anlagensteuerung ausgestattet.

Des Weiteren ist der Rechner so konzipiert, daß der via dieser Schnittstelle/Schnittstellen 21 mit einem entsprechenden Programm via PC nach Maßnahme des Anwenders konfiguriert werden kann und entsprechende Daten bereitstellt. In diesem Zusammenhang ist auch die Möglichkeit der Ferndiagnose vorgesehen.

Die Antriebseinheit in ihrer Gesamtheit ist in der Fig. 2 dargestellt, wobei der Einfachheithalber auf die Darstellung des Antriebsmotors verzichtet wurde.

Auf der Motorwelle 22 sind fest die Abtriebsscheibe 23 sowie die Wirbelstromkupplung 4 und die Wirbelstrombremse 9 angeordnet, wobei die Erregerspule 24 der Wirbelstromkupplung 4 im Außenring 25 der Wirbelstromkupplung 4 vorgesehen ist, welcher zur Abtriebsscheibe 23 mit einer die Wärme abschirmenden Isolierung 26 versehen ist.

Gleichfalls fest mit der Motorwelle 22 verbunden ist ein Drehzahlmesser 27 vorgesehen, der gleichzeitig der Wirbelstromkupplung 4 und der Wirbelstrombremse 9 von einem Gehäuse 28 umgeben ist. Im Gehäuse 28 sind ein Temperaturfühler 29 und der Lüfter 16 angeordnet, die für eine ausreichende Belüftung des Innenraumes vom Gehäuse 28 sorgen.

Ein besonderer Vorteil des Antriebssystems liegt in der Erkennbarkeit der stofflichen Veränderung im Verarbeitsgut und der daran ausschließenden Regelung des Antriebes in Abhängigkeit dieser stofflichen Veränderung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems, vorzugsweise für Fleischereimaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Antriebsmotordrehzahl die Prozeßablaufenergieerhaltungsrehzahl abgeleitet und geregelt wird, wobei die Kupplungsdrehzahl als Prozeßführungsrehzahl in Abhängigkeit der in der Verarbeitungseinheit ablaufenden Prozeßvorgänge dergestalt geregelt wird, daß die aus dem Antriebssystem von Wirbelstromkupplung und Wirbelstrombremse tatsächlich vorherrschenden Systemzustände in einer Meßeinheit erfaßt und gleichwohl der ermittelten Zustandsgröße der Antriebsmotordrehzahl erfaßt und über eine Einrichtung zur Zustandsgrößenbestimmung einem Prozeßführungssystem zugeführt und diese dort abgeglichen werden und durch das Prozeßführungssystem die Regelung der Drehzahlen von Wirbelstromkupplung und Wirbelstrombremse sowie der des Antriebsmotors erfolgt, wobei ein Regler das Ausgangsdrehmoment und die Ausgangsdrehzahl der Wirbelstromkupplung, sowie die Bremszeiten der Wirbelstrombremse regelt und über eine elektromechanische Stelleinrichtung, einem Softwareprogramm, die vom Prozeßführungssystem kommenden Befehle zur Regelung der Arbeitsbereiche des Antriebssystems genutzt wird und so daß Prozeßführungssystem, basierend

auf den anliegenden Zustandsgrößen, in variablen Zeitabständen die Prozeßführungsgrößen regelt.

2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß auf der Motorwelle (22) des Antriebsmotors fest eine Antriebsscheibe (23) sowie eine Wirbelstromkupplung (4) und eine Wirbelstrombremse (9) vorgesehen sind, während die Erregerspule (24) fest im Außenring (25) der Wirbelstromkupplung (4) gelagert und gleichfalls mit der Motorwelle (22) fest verbunden ein Drehzahlmesser (27) vorgesehen ist, wobei in einem, die Wirbelstromkupplung (4), die Wirbelstrombremse (9) und den Drehzahlmesser (27) aufnehmenden Gehäuse (28) ein Temperaturfühler (29) und ein Lüfter (16) vorgesehen sind und zwischen Gehäuse (28) und der Abtriebsscheibe (23) eine Isolierung (26) angeordnet ist. 5

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Prozeßführungs- system (15) eingangsseitig mit einer, den Systemzustand des Antriebssystems aufnehmenden Meßeinrichtung (13) und einer, die Betriebszustandsgrößen bestimmenden Einrichtung (12) und ausgangsseitig mit der Wirbelstromkupplung (4), Wirbelstrombremse (9), der mechanischen Einrichtung (14) sowie dem Antriebsmotor (1) verbunden ist und eine Schnittstelle (21) besitzt. 10

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Meßeinrichtung (13) eingangsseitig mit dem Antriebsmotor (1), der Einrich- 20 tigung (14), der Drehzahlerfassung (3) sowie über die Thermoelemente (19; 18) mit der Wirbelstrom- kupplung (4) und Wirbelstrombremse (9) und über einen Schalter (17) mit dem Lüfter (16) verbunden ist und ausgangsseitig einerseits direkt mit dem 25 Prozeßführungssystem (15) und zum anderen über die Einrichtung (12) mit dem Prozeßführungssystem (15) geschaltet ist. 25

5. Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 3 und 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Einrichtung (12) über eine Strommessung (8) und einen Umschalter (10) mit der Wirbelstromkupplung (4), Wirbelstrombremse (9) und den Drehzahlmessern (3; 6) direkt geschaltet und über einen Leistungsmesser (2) mit dem Antriebsmotor (1) verbunden ist. 40

6. Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Prozeßfüh- 45 rungssystem (15) über einen Regler (11), einem Pulsweitenmodulator (7), der Strommessung (8) und dem Schalter (10) mit der Wirbelstromkupplung (4) und der Wirbelstrombremse (9) geschaltet und in Wirkverbindung steht. 50

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

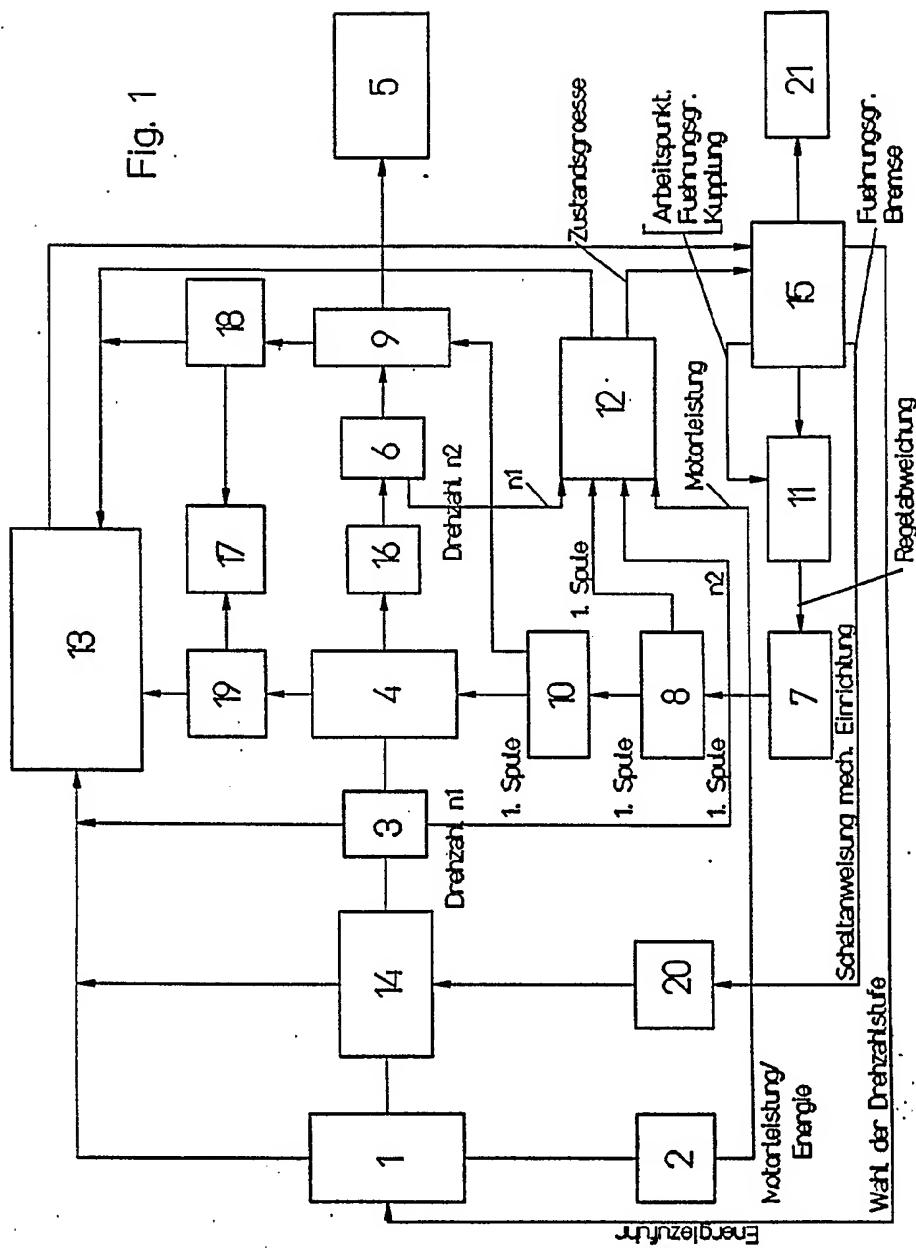


Fig. 2

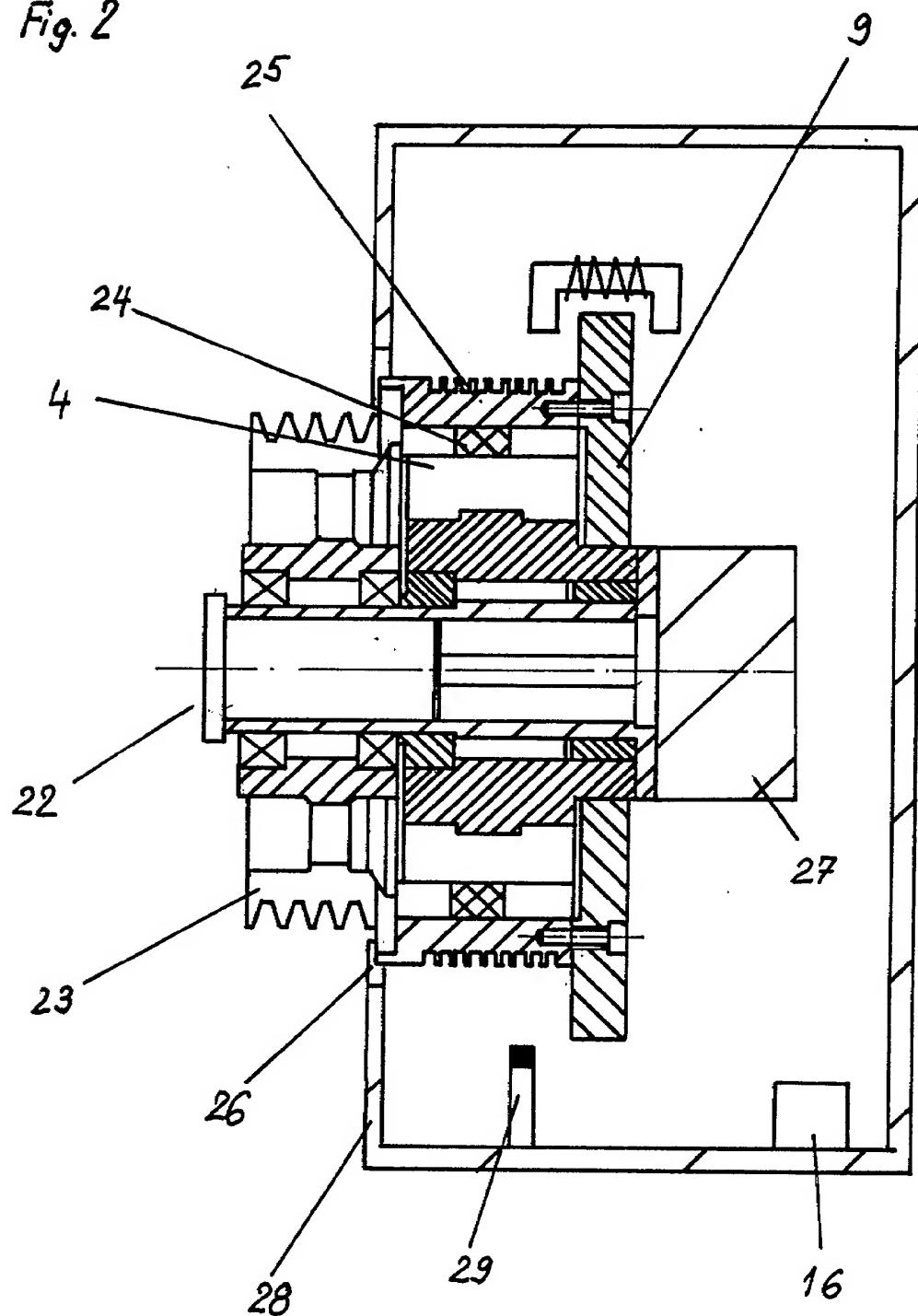


Fig. 3

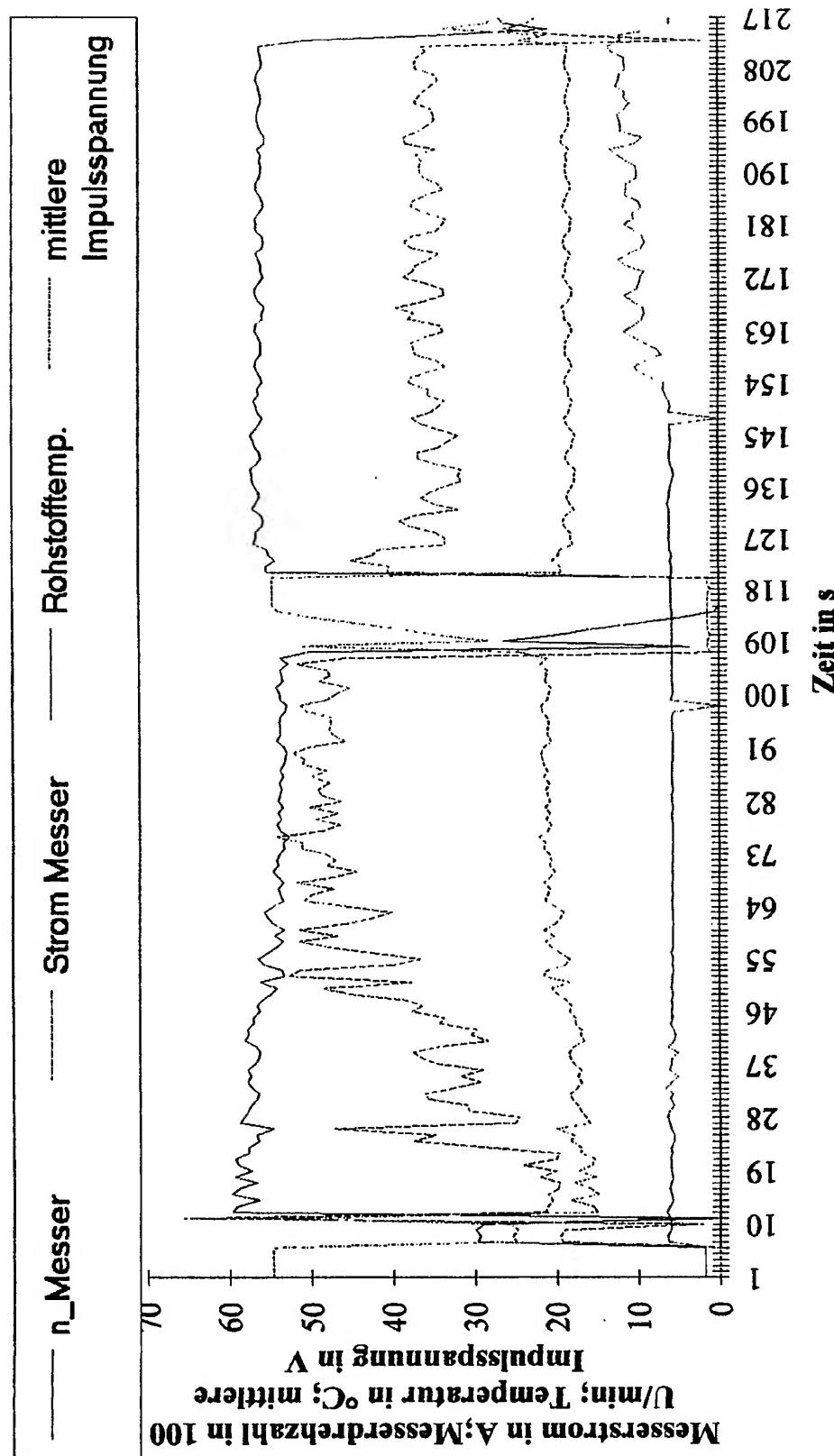
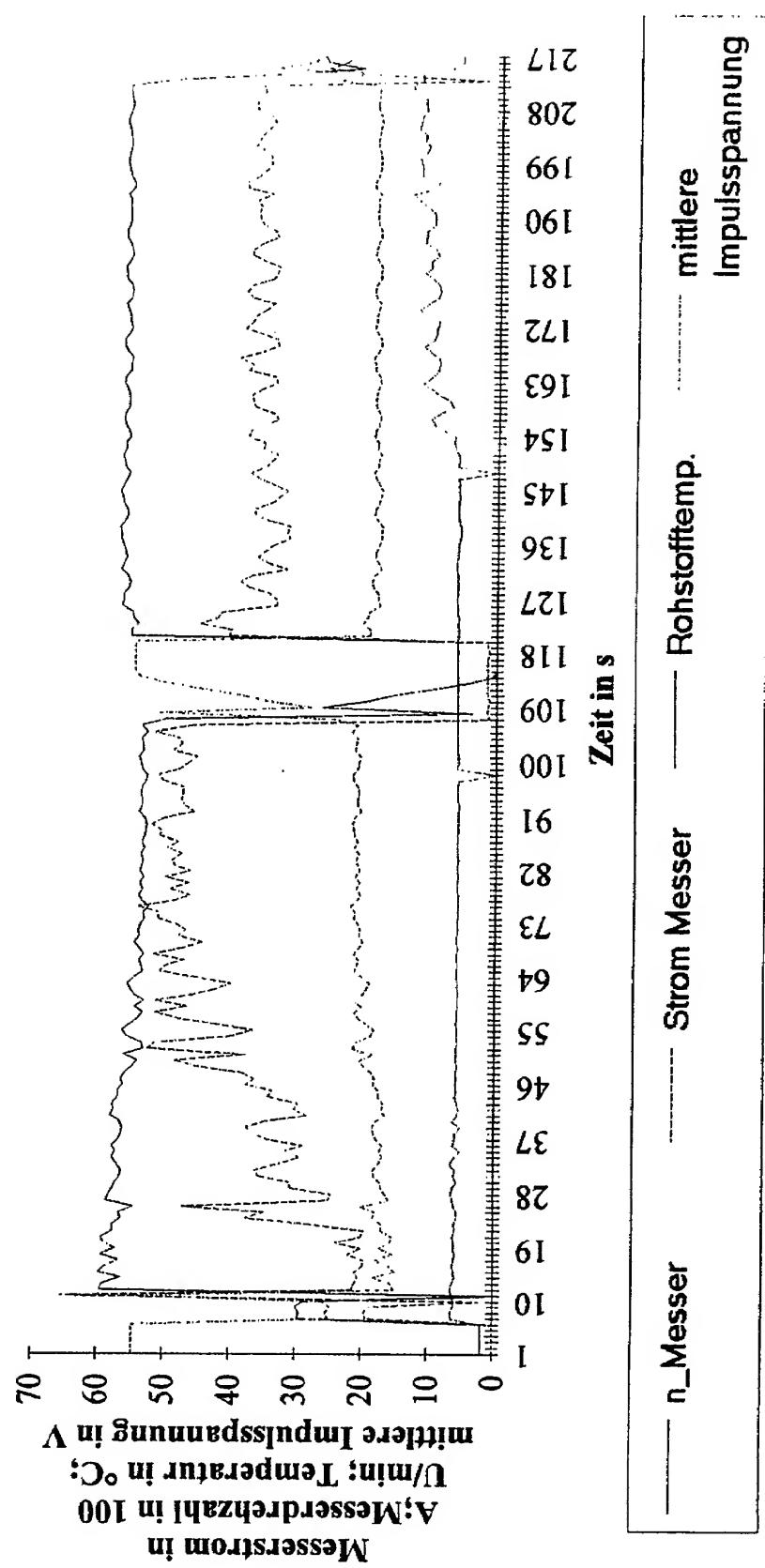


Fig.4



## Method of electric motor drive control for e.g. meat grinding machinery

**Publication number:** DE19518390

**Publication date:** 1996-11-21

**Inventor:** HAACK EBERHARD DR (DE)

**Applicant:** INOFEX GMBH (DE)

**Classification:**

- International: B02C18/38; G05B13/02; B02C18/00; G05B13/02;  
(IPC1-7): G05D13/62; A22C11/02; B02C18/16;  
B02C18/30; B02C25/00; G01D5/242; G01L3/24;  
G05B15/00; H02P3/04; H02P5/00

- European: B02C18/38; G05B13/02C2

**Application number:** DE19951018390 19950519

**Priority number(s):** DE19951018390 19950519

**Report a data error here**

### Abstract of DE19518390

Method controls an electrical motor drive system, pref. for butchering machinery, e.g. a meat grinder. In the novel method, drive speed and energy transferred to the process are measured, and controlled remotely. Coupling speed is used to control the process in accordance with its stage of completion, using eddy current-coupling and -braking to match requirements. A software program controls the electromechanical actuator within the working region of the drive motor, and measurements are taken to allow motor speed, processing speed and output torque to be controlled. Braking time is also controlled. Control is carried out at variable times in accordance with the measured values. Also claimed is a device to carry out the method comprising on the drive motor shaft (22) a fixed sheave (23) with an eddy current coupling (4) and an eddy current brake (9). The field or exciter coil (24) is fixed in the outer ring (25) of the eddy current coupling (4). A speed sensor (27) is fixed to the motor shaft (22). In a casing (28) enclosing the eddy current coupling (4), eddy current brake (9) and speed sensor (27), there is also a temperature sensor (29) and fan (16). Between casing (28) and sheave (23) there is insulation (26).

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide